

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор Белорусского государственного  
университета

\_\_\_\_\_ С.В. Абламейко

\_\_\_\_\_  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_/р.

**ГЕОТЕРМИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ**

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине для специальности:**

**1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых**

2015 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта по специальности 1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых, утвержденного и введенного в действие Постановлением Совета Министров РБ от 30.08.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ.**

В.И. Зуй, профессор кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета Белорусского государственного университета, доктор геолого-минералогических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В.Н. Астапенко, заведующий отделом геофизики Государственного предприятия «РНЦ по геологии», доктор геолого-минералогических наук;

В.Г. Левашкевич, Заместитель академика-секретаря Отделения химии и наук о Земле Национальной академии наук Беларуси, доктор геолого-минералогических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой инженерной геологии и геофизики Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 16.04.2015 г.);

Учебно-методической комиссией географического факультета Белорусского государственного университета (протокол № от 2015 г.

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Геотермия подземной гидросферы» читается на 5 курсе по специализации 1-51 01 01 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Изучение предмета позволяет приобрести знания и практические навыки в области теплового состояния подземной гидросферы, о тепловых процессах, протекающих в различных геологических и гидрогеологических обстановках (континенты и океаны, геологические структуры разного возраста и эволюции, гидрогеологические бассейны, гидрогеологические массивы и т.п.).

В курсе дается представление об основных геотермических параметрах, определяющих тепловое состояние платформенного чехла и земной коры в целом, о формировании теплового потока под влиянием различных геологических процессов, о вкладе долгоживущих радиоактивных изотопов и о роли радиогенной теплогенерации в тепловой режим недр. Рассматривается влияние движения подземных вод на особенности теплового поля локальных структур, изменчивости интервальных значений наблюдаемого теплового потока, на форму термограмм. Рассматривается техническое оснащение, используемое при выполнении полевых и лабораторных исследований. Важное внимание уделяется сведениям о геотермальных ресурсах платформенного чехла, как одного из видов полезного ископаемого. Приводятся сведения о методах оценки плотности извлекаемых ресурсов подземного тепла. Дается информация об использовании геотермальных ресурсов для выработки тепла и электроэнергии в разных регионах мира. Наконец, рассматриваются отдельные установки для использования подземного тепла в Беларуси на примере отопления ряда действующих объектов.

*Цель изучения дисциплины:* дать студентам сведения о геотермических условиях земных недр включая подземную гидросферу, ознакомить со связью геотермических параметров с геологическим строением недр и гидрогеологическими особенностями различных геологических структур, ознакомить с экологически чистым источником природного тепла и возможностями его практического использования.

*Задачи дисциплины:* сформировать представление об особенностях формирования геотермического поля в разных геолого-гидрогеологических условиях и регионах как Восточно-Европейской платформы, так и мира в целом, а также – о приемах оценки возобновляемых геотермальных ресурсов и использовании геотермальной энергии для практических нужд, с приемами решения разнообразных теоретических и практических задач.

Выпускник должен:

**знать:**

- основные геотермические параметры, характеризующие тепловое поле платформенного чехла и земной коры в целом;
- различия и особенности формирования теплового режима в массивах горных пород включая подземную гидросферу в разновозрастных геологических структурах;

- роль и вклад радиогенной теплогенерации, возникающей при распаде долгоживущих радиоактивных изотопов, в формирование теплового потока в земной коре;
- влияние движения подземных вод, в частности – инфильтрации и восходящей фильтрации подземных вод на формирование термограмм и интервальных значений теплового потока в геологическом разрезе;
- основные отличия в формировании геотермических условий в различных тектонических обстановках и блоках земной коры, в том числе – на континентах, в морях и океанах;
- основные методы измерения тепловых свойств горных пород и аппаратуру для геотермических исследований в континентальных и морских условиях;
- формирование ресурсов геотермальной энергии и приемы оценки извлекаемых ресурсов подземного тепла;
- принципы практического использования возобновляемых ресурсов геотермальной энергии для выработки электроэнергии, отопления зданий, горячего водоснабжения, сушки, промышленного и сельскохозяйственного применения, в том числе – в Беларуси;

**уметь:**

- определять по термограммам геотермический градиент в геологическом разрезе, вычислять интервальные значения плотности теплового потока;
- выделять геотермические аномалии повышенных и пониженных значений температуры, геотермического градиента и теплового потока в различных природно-геологических условиях и типах структур;
- объяснить отличительные особенности формирования теплового поля в геолого-гидрогеологических структурах разного типа и их связь с особенностями геологического строения и эволюции блоков земной коры;
- выполнять подсчет плотности извлекаемых ресурсов геотермальной энергии, предложить оптимальный метод ее извлечения для использования в практических целях;
- делать прогноз перспектив использования геотермальных ресурсов в пределах глубоких депрессий и положительных структур;
- выделять зоны влияния инфильтрации на вертикальную изменчивость геотермических параметров (температура, геотермический градиент, тепловой поток).

На изучение дисциплины «Геотермия подземной гидросферы» для специальности «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» отводится всего 35 часов, в том числе 26 аудиторных часов: лекции – 20 часов, практические занятия – 6 часов; консультации – 2 часа, контролируемая самостоятельная работа – 4 часа. После завершения изучения дисциплины проводится зачет– 3 часа.

## II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название разделов и тем	Всего аудит. часов	Лекций	Практи- ческих	КСР
1.	Введение в предмет, история его развития	2	2		
2.	Виды теплопередачи в земле и их роль в различных геосферах. основные геотермические параметры и их использование	4	2	2	
3.	Связь геотермических и других геофизических параметров, аппаратура и методика геотермических исследований.	2	2		
4.	Геотермическое поле Беларуси, общие сведения	2	2		
5.	Геотермические карты и геотермические аномалии Беларуси	4	2		2
6.	Кондуктивный и конвективный теплоперенос, тепловой поток, гидротермальные системы	4	2	2	
7.	Региональная геотермия континентов (области докембрийской складчатости и эпипалеозойские платформы)	2	2		
8.	Региональная геотермия континентов (области фанерозойской и альпийской складчатости, континентальные рифты)	2	2		
9.	Геотермальная энергия, состояние проблемы	2	2		
10	Оценка ресурсов геотермальной энергии	6	2	2	2
	ИТОГО	30	20	6	4

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## 1. ВВЕДЕНИЕ В ГЕОТЕРМИЮ

Сущность и история развития дисциплины «Геотермия подземной гидросферы».

Определение понятия «Региональная геотермия». Место предмета среди других дисциплин. Предмет и задачи курса «Геотермия подземной гидросферы». Этапы развития геотермических исследований, роль советских, отечественных и зарубежных ученых в развитии изучаемого предмета. Развитие геотермических исследований в Беларуси. Общие методологические принципы и подходы. Методы получения и использования исходной информации.

Понятие о теоретической геотермии, региональное геотермическое поле континентов и океанов, прикладные геотермические исследования на континентах, генерации тепла в земных недрах и естественный вынос тепла из недр к земной поверхности, аппаратурно-методическое обеспечение геотермических исследований в скважинах, морях и океанах. Основы геотермического районирования. Понятие о геотермических аномалиях повышенных и пониженных значений температуры, геотермического градиента и плотности теплового потока.

## 2. ВИДЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ЗЕМЛЕ И ИХ РОЛЬ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОСФЕРАХ. ОСНОВНЫЕ ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Виды теплопередачи в Земле и их роль в различных геосферах. Понятие о теплопроводности, фононная, решеточная, экситонная теплопроводность и ее изменение под действием температуры. Механизмы теплопередачи: конвективный, кондуктивный и радиационный механизмы теплопередачи. Основные параметры геотермического поля: геотермический градиент, коэффициенты теплопроводности, температуропроводности, теплоемкости, плотность теплового потока, теплогенерация. Теплопроводность минералов и горных пород. Методы определения теплопроводности. Понятие о кондуктивном тепловом потоке. Методы определения теплового потока. Теплоперенос при движении подземных вод.

## 3. СВЯЗЬ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, АППАРАТУРА И МЕТОДИКА ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Соотношение геотермических и сейсмических данных. Влияние температурного фактора на распределение сейсмических скоростей на границе Мохоровичича. Соотношение теплового потока и мощности земной коры. Коровая и мантийная компоненты теплового потока. Генерация тепла в

земной коре и соотношение наблюдаемого теплового потока с теплогенерацией. Тепловой поток и мощность земной коры. Тепловой поток и возраст земной коры. Скважинная и морская геотермическая аппаратура. типы термодатчиков, их достоинства и недостатки. Применяемые разновидности геотермических зондов. Автоматизированные термоградиент-зонды. Зонд ГЕОС, разработанный в ОНИЛ "Океанприбор. Геотермические измерения с подводных обитаемых аппаратов. Принцип действия тепломеров и их применение для прямого определения теплового потока в скважинах.

#### 4. ГЕОТЕРМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ БЕЛАРУСИ

Особенности изучения геотермических условий земных недр Беларуси. Геотермическая изученность региона, характерные термограммы, зарегистрированные в скважинах, расположенных в пределах различных блоков земной коры и их качество. Краткая геолого-тектоническая характеристика. Краткая история геотермических исследований в Беларуси. Распределение температуры на разных глубинах. Тепловой поток и его вертикальная изменчивость. Факторы, влияющие на формирование теплового потока, влияние структурных и теплофизических неоднородностей на формирование теплового потока.

#### 5. ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ КАРТЫ И ГЕОТЕРМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ БЕЛАРУСИ

Карты распределения температуры на разных глубинах; карты геотермического градиента; карта плотности теплового потока; геотермические разрезы. Интерпретация карт распределения температуры, геотермического градиента, плотности теплового потока. Геотермические аномалии, их краткая геолого-тектоническая интерпретация. Связь теплового режима и размещения месторождений углеводородов в Припятском прогибе.

#### 6. КОНДУКТИВНЫЙ И КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС, ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Роль подземных вод в переносе тепла в разных горизонтах платформенного чехла. Схема гидродинамической зональности и интенсивность подземного стока в каждой из зон. Вынос тепла в верхней, средней и нижней гидродинамических зонах. Гидротермальные системы, месторождения термальных вод и пара. Гидротермальные системы в областях современного вулканизма. Очаги разгрузки, Термальные источники, горячие и кипящие источники, гейзеры и паровые струи. Кондуктивный и конвективный поток тепла. Вынос тепла в разных геологических обстановках и средняя тепловая мощность. Понятие о геотермометрах, химические геотермометры и расчетные температуры. Отношение  $^3\text{He}/^4\text{He}$  в подземных флюидах и его связь с тепловым режимом. Оценка теплового потока по отношению  $^3\text{He}/^4\text{He}$ .

## 7. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОТЕРМИЯ КОНТИНЕНТОВ (ОБЛАСТИ ДОКЕМБРИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ И ЭПИПАЛЕОЗОЙСКИЕ ПЛАТФОРМЫ)

Геотермические исследования на континентах. Тепловое поле областей докембрийской складчатости. Вариации потока в зонах дислокаций фундамента и экзогональных впадинах платформ. Особенности теплового поля глубоких осадочных бассейнов и структур с развитой солянокупольной тектоникой на примере Прикаспийской впадины и Припятского прогиба. Тепловой поток западной части Восточно-европейской платформы. Основные черты теплового поля Сибири. Тепло распада долгоживущих изотопов урана, тория и калия:  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$ . Модели глубинной теплогенерации. Тепловой поток, генерируемый в земной коре и поступающий из мантии. Редуцированный тепловой поток. Тепловое поле эпипалеозойских платформ.

## 8. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОТЕРМИЯ КОНТИНЕНТОВ (ОБЛАСТИ ФАНОРОЗОЙСКОЙ И АЛЬПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ, КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ РИФТЫ)

Складчатые зоны "линейного и мозаичного типов", Уральский линейный складчатый пояс. Региональные особенности геотермического поля Альпийско-Гималайского складчатого пояса в пределах Европы. Природа понижения теплового потока в линейных складчатых зонах и его закономерное изменение в мозаичных структурах. Модели теплового поля в аллохтонных ("модели надвигов") и в автохтонных зонах ("модели внедрения"). Искажающие факторы: эрозия, структурно-теплофизические неоднородности, палеоклиматические вариации, динамика подземных вод, возраст блоков земной коры, наличие циклов позднейшей активизации и механизм преобразования океанической коры в континентальную. Тепловое поле зон современных континентальных рифтов, Байкальская рифтовая зона. Тепловое поле областей альпийской складчатости.

## 9. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ, СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Понятие о геотермальной энергии, термальных водах, гидротермах и парогидротермы и задачи исследований. Низко- и высокоэнтальпийная геотермальная энергия. Распределение температуры в земной коре. Преимущества геотермальной энергии перед другими видами энергии. Сферы применения геотермальной энергии. Краткий очерк по использованию высокоэнтальпийной геотермальной энергии. Геотермальные электростанции мира, установленная мощность геотермальных электростанций мира. Тенденции развития геотермальной электроэнергетики. Мировая тенденция использования тепла земных недр в целом и роста прямого использования геотермальной энергии. Параметры, влияющие на извлекаемые ресурсы геотермальной энергии. Понятия о геотермальном потенциале. Технологические схемы извлечения подземного тепла. Скважинные теплообменники. Тепловые насосы и их использование.



Парокомпрессионные и абсорбционные насосы. Горизонтальные и вертикальные циркуляционные схемы. Геотермальные установки прямого использования подземного тепла для отопления, горячего водоснабжения, выработки электрической энергии.

## 10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Основные методики оценки плотности ресурсов подземного тепла. Методика Санкт-Петербургского горного института. Методика, принятая в странах западной Европы. Ресурсы геотермальной энергии межсолевого комплекса горных пород и верхней соли Припятского прогиба. Ресурсы низкоэнтальпийной геотермальной энергии в Беларуси. Выделение перспективности различных толщ платформенного чехла.

Использование тепла земных недр для отопления, сельскохозяйственного производства и в бальнеологии. Перспективы использования геотермального тепла в Беларуси. Работы по освоению и низкоэнтальпийных источников подземного тепла в соседних странах. Примеры практического использования геотермальной энергии в мире для выработки электроэнергии и других нужд.

Распределение температуры в различных зонах Беларуси. Ресурсы геотермальной энергии и геотермальный потенциал на примере Беларуси. Термальные рассолы Припятского прогиба. Примеры геотермальных установок, действующих в Беларуси. Использование старого фонда глубоких буровых скважин для извлечения тепла земных недр. Методика извлечения тепла из горячих сухих горных пород.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Распределение учебных часов</b>	<b>22</b>	<b>8</b>		<b>4</b>			
1.	<b>Введение в предмет, история его развития (2 ч.)</b>	<b>2</b>						
	1. Предмет и задачи геотермии 2. Теоретическая и прикладная геотермия 2. История развития исследований	<b>2</b>				В каждой лекции наряду с текстовой информацией демонстрируются графические материалы. На протяжении всех лекций используется более 100 рисунков, диаграмм, схем и карт.	1 - 2	Устная проверка знаний
2	<b>Виды теплопередачи в Земле и их роль в различных геосферах. Основные геотермические параметры. Использование геотермических данных (2 ч.)</b> 1. Виды теплопередачи. 2. Зависимость теплопередачи от температуры. 3. Геотермические аномалии. 4. Тепловые параметры пород. 5. Тепловой поток и его определение. 5. Измерение тепловых свойств.	<b>2</b>	<b>2</b>				1, 2 – 4, 7, 8	Устная проверка знаний

3	<p><b>Связь геотермических и других геофизических параметров, аппаратура и методика проведения геотермических исследований. (2 ч.)</b></p> <p>1. Связь геотермических и других геофизических параметров.  2. Аппаратура для геотермических исследований.  3. Методика геотермических исследований на континентах и на акваториях.  4. Уравнения глубинных температур и их оценка.</p>	2					1, 8	Устная проверка знаний
4	<p><b>Геотермическое поле Беларуси, общие сведения (2 ч.)</b></p> <p>1. Особенности изучения геотермических условий  2. Геотермическая изученность региона.  3. Характерные термограммы.  4. Распределения температуры на разных глубинах.  5. Роль структурных и теплофизических неоднородностей в формировании теплового потока.</p>	2					1 - 3	Устная проверка знаний
5	<p><b>Геотермические карты и геотермические аномалии Беларуси (2 ч.)</b></p> <p>1. Карты распределения температуры на разных глубинах.  2. Карты геотермического градиента.  3. Карта плотности теплового потока.  4. Геотермические разрезы.  5. Геотермические аномалии, их интерпретация.  6. Тепловой режим и размещение месторождений углеводородов.</p>	2			2		1, 2, 6	Тестирование

6	<b>Кондуктивный и конвективный теплоперенос, тепловой поток, гидротермальные системы (2 ч.):</b> 1. Роль подземных вод в переносе тепла. 2. Вынос тепла в гидродинамических зонах. 3. Гидротермальные системы, месторождения термальных вод и пара 4. Термальные источники. 5. Вынос тепла в разных геологических обстановках. 6. Понятие о геотермометрах. 7. Отношение $^3\text{He}/^4\text{He}$ в подземных флюидах и его связь с тепловым режимом.	2	2				1, 5, 6, 8, 9	Устная проверка знаний
7	<b>Региональная геотермия континентов (области докембрийской складчатости и эпипалеозойские платформы) (2 ч.):</b> 1. Геотермические исследования на континентах. 2. Тепловое поле областей докембрийской складчатости. 3. Особенности теплового поля осадочных бассейнов и структур с солянокупольной тектоникой. 4. Тепловой поток западной части Восточно-европейской платформы. Основные черты теплового поля Сибири. 5. Тепло распада долгоживущих изотопов урана, тория и калия: $^{238}\text{U}$ , $^{235}\text{Th}$ и $^{40}\text{K}$ . Модели глубиной теплогенерации. 6. Тепловое поле эпипалеозойских платформ.	2					2, 3, 4, 9	Тестирование
8	<b>Региональная геотермия континентов (области фанерозойской и альпийской складчатости, континентальные рифты)</b>	2					3, 8, 9,10	Устная проверка знаний

	<p>(2 ч):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Складчатые зоны "линейного и мозаичного типов.</li> <li>2. Геотермического поля Альпийско-Гималайского складчатого пояса в пределах Европы.</li> <li>3. Тепловой поток в линейных складчатых зонах и мозаичных структурах.</li> <li>4. Модели теплового поля в аллохтонных ("модели надвигов") и в автохтонных зонах.</li> <li>5. Искажающие факторы.</li> <li>6. Тепловое поле зон континентальных рифтов и областей альпийской складчатости.</li> </ol>							
9	<p><b>Геотермальная энергия, состояние проблемы (2 ч):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о геотермальной энергии. Низко- и высокоэнтальпийная геотермальная энергия.</li> <li>2. Преимущества геотермальной энергии перед другими видами энергии.</li> <li>3. Использование геотермальной энергии для выработки электричества, геотермальные электростанции.</li> <li>4. Прямое использование подземного тепла и основные сферы его применения.</li> <li>5. Основные методики оценки плотности ресурсов подземного тепла.</li> <li>6. Ресурсы низкоэнтальпийной геотермальной энергии в Беларуси.</li> </ol>	2	2				3, 8, 9	Тестирование
10	<p><b>Оценка ресурсов геотермальной энергии (2 ч):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование геотермальной энергии для выработки электричества.</li> </ol>	2			2		1, 6	Устная проверка знаний

	<p>2. Прямое использование подземного тепла и основные сферы его применения.</p> <p>3. Методики оценки плотности ресурсов подземного тепла.</p> <p>4. Ресурсы низкоэнтальпийной геотермальной энергии в Беларуси.</p> <p>5. Термальные рассолы Припятского прогиба.</p> <p>6. Примеры геотермальных установок, действующих в Беларуси.</p>							
--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Приложение 1.*

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

(6 часов)

1. Оценка плотности теплового потока.
2. Геотермические аномалии и их интерпретация.
3. Методы расчета плотности геотермальных ресурсов
4. Энергетический потенциал геотермальных вод.

ПЕРЕЧЕНЬ

КОНТРОЛИРУЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

(4 часа)

1. Расчеты интервальных значений плотности теплового потока.
2. Оценка извлекаемых ресурсов геотермальной энергии из гидротермальных горизонтов.

## ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Список литературы	Год издания
<b>Основная</b>		
1.	Хуторской М.Д. Основы геотермии. Учебное пособие. М. 156 с.	2004
2.	Богомолов, Г.В., Цыбуля Л.А., Атрощенко П.П. Геотермическая зональность территории БССР – Минск: Наука и техника. – 216 с.	1972
3.	Зуй В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. - Минск. Экономпресс. 256 с.	2013
4.	Левашкевич В.Г. Геотермия запада Восточно-Европейской апдатформы. Минск. Беларуская навука.,153 с.	2013
<b>Дополнительная</b>		
5.	Богомолов Г.В. и др. Гидродинамика и геотермия нефтяных структур. Минск. Наука и техника. 240 С.	1975
6.	Geothermal Atlas of Europe / Members of the Working Group “Geothermal Atlas Of Europe” of the International Heat Flow Commission; editors: E. Hurtig, R. Haenel, V. Čermak, V. Zui. – Germany: Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. – Explanatory Note 156 p. + 36 maps.	1991/1992
7.	Handbook of terrestrial heat-flow density determination: guidelines and recommendations of the International Heat Flow Commission / edited by: R. Haenel, L. Rybach, L. Stegena. – Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers. – 486 p.	1988
8.	Хуторской М.Д. Геотермия Центрально-азиатского складчатого пояса. Москва. Издательство Российского университета дружбы народов. 1996, 289 с.	1996
9.	G. Buntebarth. Geothermics. An introduction. Springer-Verlag. Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo.	1984
10.	Голованова И.В. Тепловое поле Южного Урала. Издательство Наука, М., 187 с.	2005



**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Гидрогеология	Динамическая геология	нет	
2. Общая геология	Динамическая геология	нет	

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 200\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(степень, звание)                      (подпись)                      (И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(степень, звание)                      (подпись)                      (И.О.Фамилия)